

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Дрокова Виктора Владиславовича, выполненную на тему «Метод диагностирования технического состояния узлов трения на всех этапах жизненного цикла авиационных ГТД по параметрам частиц изнашивания», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники»

Актуальность темы диссертации

Актуальность диссертационной работы Дрокова В.В. обусловлена разработкой и внедрением нового подхода по исследованию проб смыва масла с маслофильтра, отличающегося от традиционных методов оценки массовой доли металлических примесей в пробе масла большей достоверностью. Использование традиционных методов базирующихся на МФС-4, Барс-3, ПРИЗМА не приводит к заметному повышению достоверности диагностирования узлов трения, омываемых маслом, и это при том, что 30% неисправностей связано с их повреждением. Изменения схемы отбора проб масла путем смыва с маслофильтра и применение СВЧ плазменного анализатора потребовало от соискателя проведения фундаментальных исследований. В этой связи, разработка нового метода контроля состояния узлов трения ГТД по наличию продуктов износа, накопившихся на маслофильтре, наряду с применением оборудования высокой разрешающей способности является актуальной и практически важной.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО МГТУ ГА и научно-исследовательском институте прикладной физики ФГБОУ ВО ИГУ. Рецензируемая работа состоит из введения, четырех глав, основных результатов и выводов, списка литературы и приложений.

В **первой главе** соискатель приводит краткий обзор состояния проблемы и используемой спектральной аппаратуры для контроля технического состояния

узлов трения авиационных ГТД по параметрам частиц изнашивания. В результате установлено, что СВЧ плазменный метод контроля является наиболее перспективным для использования его при получении достаточного количества информации о параметрах частиц изнашивания в пробе масла и пробе смыва с маслофильтра.

Вторая глава посвящена математическому моделированию износных процессов, протекающих в маслосистеме авиационного ГТД в условиях, приближенных к реальным. Обсуждается влияние тонкости фильтрации маслофильтра на величину массовой доли в пробе масла, являющейся основным диагностическим признаком при использовании для диагностирования традиционной спектральной аппаратуры. Полученные результаты позволили установить, что для повышения достоверности диагностирования при оценке состояния двигателя необходимо одновременно учитывать параметры частиц в пробе масла и пробе смыва с маслофильтра.

В третьей главе представлены и систематизированы сведения о влиянии различных типов изнашивания на вид распределений частиц по размерам и их элементный состав для исправных двигателей и двигателей с повреждениями, при измерениях параметров частиц изнашивания СВЧ плазменным методом. Корректность результатов, полученных СВЧ плазменным методом, оценивалась с помощью независимого микрорентгеноспектрального метода.

В четвертой главе на базе полученных в главах 2 и 3 результатов выбраны эффективные диагностические признаки и разработан вариант методики оценки технического состояния двигателей Д-30КП/КП-2/КУ/КУ-154, позволяющий оценивать их техническое состояние на всем протяжении жизненного цикла.

Научная новизна работы:

1. Показано, что использование современных маслофильтров ограничивает применение традиционной эмиссионной и рентгеноспектральной аппаратуры при диагностировании ГТД. При реализуемой в настоящее время тонкости

фильтрации величина массовой доли в пробе масла составляет менее 0,1 г/т, что является величиной, сопоставимой с пределом обнаружения названных методов. В таких случаях погрешность измерения массовой доли может возрастать до нескольких сотен процентов и ее величина не может служить надежным диагностическим признаком.

2. Установлено, что чем меньше размер ячеек фильтра, тем более серьезный износный процесс существует при его выявлении по величине массовой доли в пробе масла.

3. Установлено, что идентификация повреждения деталей по величине массовой доли в пробе масла при развитии процесса выкрашивания возможна в случаях, когда размер ячеек маслофильтра превышает средний размер частиц выкрашивания в масляной пробе.

4. Установлен факт несоответствия элементного состава исправного двигателя по частицам изнашивания паспортному составу примененных сплавов, что является следствием появления в масляной пробе сложных частиц.

5. Показано, что параметры частиц изнашивания в пробах смыва с маслофильтра свидетельствуют о состоянии двигателя в целом, а параметры частиц в пробе масла характеризуют повреждения узлов двигателя (коробки приводов, центрального привода, трансмиссии).

6. Впервые введено в рассмотрение понятие рейтинга «сложных» частиц изнашивания. Рейтинг равен количеству частиц определенного состава, отнесенному к общему числу зарегистрированных. Показано, что элементный состав частиц свидетельствует о поврежденности конкретного узла, а величина рейтинга о степени повреждения.

Теоретическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость заключается в разработке математической модели, описывающей влияние параметров маслофильтра на достоверность выявления повреждения при непрерывном и импульсном поступлении частиц в маслосистему двигателя.

Практическая значимость результатов исследования

1. Анализатор САМ ДТ-01-2 адаптирован к анализу смыва проб масла с маслофильтра и внесен в реестр как средство измерения.

2. Методика прошла практическое опробование при диагностировании двигателей Д30КП/КП-2/КУ/КУ-154 при измерении параметров частиц изнашивания в пробах масел и смывов с маслофильтров СВЧ плазменным анализатором и получила высокую оценку её эффективности. Методика прошла метрологическую экспертизу в ГосНИИ ГА.

3. Методика для Д30КП/КП-2/КУ/КУ-154 адаптирована для оценки состояния двигателей ПС-90А и ПД-14.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, сформулированных в диссертации

Диссертационная работа характеризуется обоснованностью и достоверностью результатов исследований и выводов, которые обеспечиваются использованием современных прикладных программ, применением аттестованного экспериментального оборудования, а также положительным опытом эксплуатации объектов исследований. Достоверность результатов, полученных СВЧ плазменным методом, подтверждена с помощью независимого микрорентгеноспектрального метода.

Особо необходимо отметить, что полученные результаты по данным СВЧ плазменного анализатора, верифицирование микрорентгеноспектральных анализом. Они послужили основой для разработки методики диагностирования двигателей Д-30КП/КП-2/КУ/КУ-154. Методика диагностирования прошла экспертизу ФГУП ГосНИИ ГА.

Диссертация написана грамотно, аккуратно и оставляет хорошее впечатление. Автореферат написан грамотно и полностью отражает содержание диссертационной работы.

Апробация работы. Положения диссертационной работы отражены в 17 печатных изданиях, 10 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК при министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, и 3 в периодических научных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, а также в 4 патентах.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертационной работе не представлен подход к назначению спецификации ремонта узлов трения двигателя, омываемых потоком масла, при его поступлении в ремонт по выработке циклического ресурса основных деталей.

2. В работе не представлены рекомендации или ссылки на техническую документацию по оценке влияния на систему диагностики замен маслофильтра, доливок масла или полной его замены в эксплуатации, а также влияния типа используемого фильтроэлемента (сетчатый, стекловолокно), замены фильтра после этапа приработки.

3. В методике диагностирования отсутствует информация по корреляционной связи между пробами смыва масла с маслофильтра и масла из маслосистемы для исправного двигателя.

4. Результаты анализа проб масла с маслофильтра зависят от конструкции маслосистемы, места установки маслофильтра и места отбора. В работе отсутствуют рекомендации по рациональному проектированию маслосистемы, наилучшим образом отвечающей предложенной системе диагностирования.

5. В работе отсутствуют тренды изменения продуктов износа в наибольшей степени, влияющие на техническое состояние авиадвигателя, что по изменению его производной позволило бы предсказать катастрофическое ухудшение состояния.

6. Методика диагностирования, представленная в главе 4, предусматривает поузловую диагностику двигателя. Однако часть деталей и агрегатов масло-

системы выполнены из одинаковых сплавов. Из работы неясно можно ли выявить конкретную деталь в данном случае.

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности работы и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Они в большей степени отражают направления для дальнейшей работы соискателя при написании им докторской диссертации и организации более широкого внедрения метода.

Соответствие диссертации заявленной специальности

Представленная диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.5.6. «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники»:

Пункт 4. «Разработка и совершенствование методов контроля, проведение летных и наземных испытаний, диагностирования и прогнозирования технического состояния авиационной техники на всех этапах её жизненного цикла».

Пункт 8. «Повышение надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности, исправности и работоспособности воздушных судов и систем навигации».

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

В целом, несмотря на сделанные замечания, представленная диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для науки и практики, связанной с повышением эффективности диагностики двигателя по параметрам частиц изнашивания.

Диссертация по актуальности выбранной темы, содержанию, объему и глубине проведенных исследований, ценности полученных результатов, степени обоснованности научных положений, выводов, полученных автором лично, их достоверности удовлетворяет критериям, предъявляемым «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации, № 842 от 24.09.2013.

Автор диссертационной работы, Дроков Виктор Владиславович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6. «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники».

Официальный оппонент:

Докт. тех. наук, профессор,
ведущий специалист управления
сертификации и летной годности

ПАО «ОДК-Сатурн»

Тел. +79605386407

e-mail: sshepel@yandex.ru

Адрес ПАО «ОДК-Сатурн»: 152903, Рыбинск, Ярославская обл.

Пр.Ленина, 163. Телефон: +7 4855 32-81-00 E-mail: saturn@uec-saturn.ru

 Шепель Вячеслав Тимофеевич
22.01.26

Я, Шепель Вячеслав Тимофеевич, официальный оппонент, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Дрокова Виктора Владиславовича, и их дальнейшую обработку.

Подпись Шепеля В.Т. заверяю:

Начальник отдела кадров

ПАО «ОДК-Сатурн»



Воронцовская Т.С.